

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

# MAANTUTKIMUSLAITOS

Tiedote N:o 13

1981

MAASTA ERI MENETELMILLÄ UUTTUVAT HIVENAINEMÄÄRÄT JA NIIDEN KORRELOINTI TIMOTEIN HIVENAINEPITOISUUKSIEN KANSSA

Jouko Sippola ja Martti Kurki

Maatalouden tutkimuskeskus

MAANTUTKIMUSLAITOS

31600 Jokioinen

Tiedote N:o 13

1981

MAASTA ERI MENETELMILLÄ UUTTUVAT HIVENAINEMÄÄRÄT JA NIIDEN KORRELOINTI TIMOTEIN HIVENAINEPITOISUUKSIEN KANSSA

Jouko Sippola ja Martti Kurki

ISSN 0357-900X

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa verrataan 2 N HCl:n maasta uuttaman kuparin, raudan ja sinkin, 0,1 N MgSO<sub>4</sub>:n uuttaman mangaanin sekä em. hivenaineiden happamaan ammoniumasetaatti + EDTA:aan uuttuvia määriä. Kyseessä olevien uuttomenetelmien tulosten ennustearvoa timotein hivenainepitoisuuden määräytymisessä selvitettiin laskemalla korrelaatioita.

HCl-menetelmä uutti maasta kuparia, rautaa ja sinkkiä enemmän kuin hapan ammoniumasetaatti + EDTA. Sinkkiä HCl uutti keskimäärin 2/3 maan kokonaissinkistä, kuparia keskimäärin 1/3 kokonaiskuparista ja rautaa n. 1/10 kokonaisraudasta. Mangaania hapan ammoniumasetaatti + EDTA uutti enemmän kuin 0,1 N MgSO<sub>4</sub>.

Vertailtavien uuttomenetelmien kuparitulokset korreloivat tasavertaisesti timotein kuparipitoisuuden kanssa. Rautatulosten korrelointi timotein rautapitoisuuden kanssa oli heikko ja useimmissa tapauksissa merkityksetön kummankin menetelmän ollessa kyseessä, lukuunottamatta rahkaturpeita. Maasta 0,1 N MgSO<sub>4</sub>:lla uuttuva mangaani oli selvästi parempi timotein mangaanipitoisuuden selittäjä kuin happamaan ammoniumasetaatti + EDTA:aan liukoinen mangaani. Timotein sinkkipitoisuuden selittäjänä happamaan ammoniumasetaatti + EDTA:aan liukoinen sinkki oli parempi kuin 2 N HCl:ään liukoinen sinkki.

Korrelaatiokertoimien laskeminen pH-luokittain paransi oleellisesti vain happamaan ammoniumasetaatti + EDTA:aan liukoisen mangaanin selvitystasetta. Siksi tämän menetelmän tuloksia tulkittaessa tulisi aina maan pH ottaa huomioon.

## JOHDANTO

Hivenaineet ovat eräs maan viljavuuden tärkeä osatekijä. Maan tulee sisältää hivenaineita riittävästi ja sellaisessa muodossa, josta kasvit voivat niitä saada sekä määrältään että laadultaan hyvien satojen tuottamiseksi. Tietoa siitä, saavatko kasvit riittävästi hivenaineita, saadaan lannoituskokeella, maa-analyysillä tai analysoimalla kyseessä olevassa maassa kasvatettuja kasveja. Useasti halutaan jo ennen kylvöä tietää, tulisiko jollain toimenpiteellä varmistaa kylvön yhteydessä se, etteivät ravinnepuutokset rajoita kasvuja. Tällöin turvaututaan maan analysointiin, jota varten on kehitetty useita erilaisia menetelmiä.

Maan hivenainevaroja selvitettäessä keskityttiin aluksi kokonaismäärien analysoimiseen johtuen käytössä olevista menetelmistä ja niiden suomista mahdollisuuksista. Spektrografia käyttäen tehtyjen viljelymaiden totaalihivenmääritysten tuloksia ovat julkaisseet mm. LAPPI ja MÄKITIE (1954), VUORINEN (1958) ja MÄKITIE (1961). Vaikka totaalimäärällä on oma merkityksensä kasvien hivenaineiden saannin kannalta, niin hivenainevarojen käyttökelpoisuuteen ja kasvien hivenaineiden saantiin ovat vaikuttamassa monet muutkin tekijät. Tämän vuoksi on alettu analysoida hivenaineiden helppoliukoisia määriä.

Maatalouden tutkimuskeskuksen Maantutkimuslaitoksella on tutkittu viljavuusanalyysissä käytettyä hapanta ammoniumasetaattia myös hivenaineiden uuttoon (SILLANPÄÄ ja LAKANEN 1966). Happaman ammoniumasetaatin hivenaineiden uuttokyky on kuitenkin niin heikko, että on hyvin työlästä tehdä uutteesta luotettavia määrittäyksiä. Tämä seikka on eräs syy siihen, että EDTA:ta on alettu käyttää lisäämään happaman ammoniumasetaatin uuttokykyä (LAKANEN ja ERVIÖ 1971). Tätä yhdistelmä uuttonestettä on Maantutkimuslaitoksella viime aikoina käytetty maan käyttökelpoisia hivenainevaroja arvioitaessa (SILLANPÄÄ ym. 1975, SIPPOLA ja TARES 1978).

Viljavuuspalvelu Oy:ssä käytetään kuparin, sinkin ja raudan liuottamiseen maasta 2 N suolahappoa, jolla tuhaksi poltettua näytettä uutetaan (KURKI 1972). Menetelmä uuttaa verraten tehokkaasti. Mangaani uutetaan Viljavuuspalvelu Oy:ssä 0,1 N  $MgSO_4$ :lla, joka on sensijaan uuttokyvyltään hyvin heikko.

\* Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla maassamme käytössä olevia hivenaineuuttomenetelmiä. Vertailussa käytettiin hyväksi ns. kivennäisainetutkimuksen maa- ja timoteinäyteaineiston tuloksia. Maanäytteet analysoitiin lisäksi Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa siellä käytössä olevilla menetelmillä.

## MENETELMÄT

Tutkimusaineisto käsitti 1868 maa- ja timoteinäyteparia, jotka oli kerätty ns. kivennäisainetutkimusta varten (SIPPOLA ja TARES 1978). Tutkimuksessa käytettiin hyväksi maan hapan ammoniumasetaatti-EDTA-ututteesta määritettyjä Cu-, Fe-, Mn- ja Zn-tuloksia sekä vastaavia timoteinäytteiden tuloksia (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978).

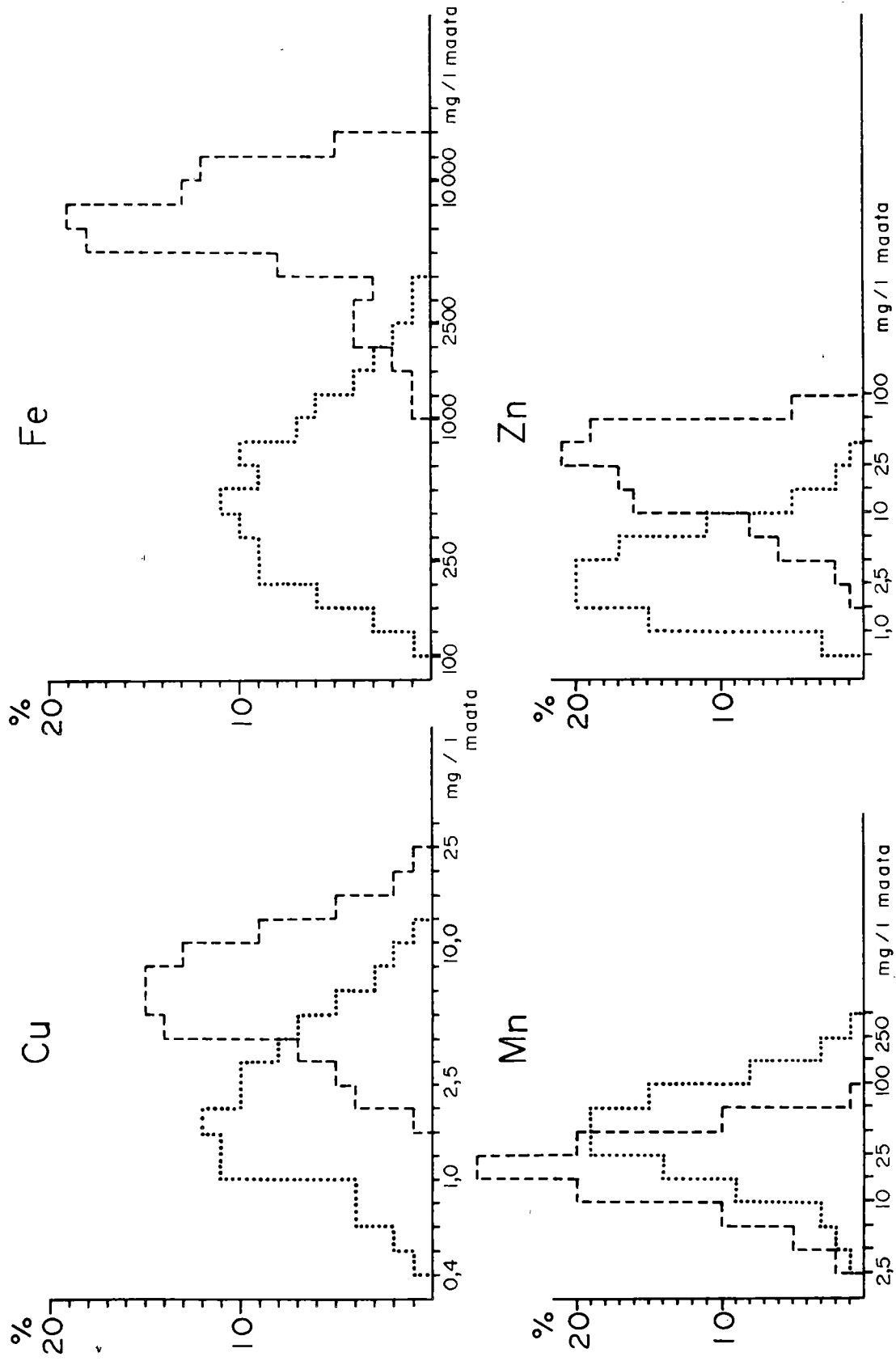
Viljavuuspalvelu Oy:ssä määritettiin maasta happoliukoinen Cu, Fe ja Zn polttamalla 15 ml näytettä 570° C lämpötilassa 4 h. Jäännös liuotettiin 25 ml:aan 2 N HCl kuumentaan kiehuvana 5 min ja suodatettiin. Helppoliukoinen mangaani uutettiin 10 ml:sta maata 100 ml:aan 0,1 N MgSO<sub>4</sub>-liuosta. Hivenaineet mitattiin kaikissa tapauksissa atomiabsorptiospektrofotometriä käyttäen.

Saatujen tulosten vertailemiseksi laskettiin korrelaatiokertoimet sekä aineistosta sellaisenaan että sen jälkeen, kun maa-analyysituloksista oli otettu logaritmimuunnos. Tilastolliset merkitsevyydet on esitetty seuraavasti:  $x_p < 0,05$ ,  $xx_p < 0,01$ ,  $xxx_p < 0,001$ .

## TULOKSET JA TARKASTELU

HCl-menetelmä uutti maasta selvästi enemmän kuparia, rautaa ja sinkkiä kuin ammoniumasetaatti (HAAC)-EDTA-menetelmä (kuva 1). Eri maalajeissa uuttuvan kuparin pitoisuus oli 1,6 - 3-kertainen vertailumenetelmään nähden. Uuttuminen HCl-menetelmällä oli suurinta karkeista kivennäismaista ja pienintä eloperäisistä maista (taulukko 1). Raudan uuttajana oli 2-N HCl suhteessa HAAC-EDTA:an tehokkaampi kuin kuparin uuttajana sen uuttaessa maalajista riippuen keskimäärin 2,5 - 21-kertaisia määriä. Sinkkiä 2N HCl-menetelmä uutti eniten savimaista. Määrä oli 19-kertainen HAAC-EDTA-menetelmän uuttamiin määriin nähden. Mangaania uutti HAAC-EDTA-menetelmä 1,1 - 4,5-kertaisia määriä vertailtavana olleeseen 0,1 N MgSO<sub>4</sub>:iin nähden.

Verrattaessa HCl:lla uuttuvan kuparin määrää maan kokonaismäärään voidaan todeta, että se on noin kolmannes viljelymaiden kokonaiskuparin keskimäärästä 21 mg/kg (VUORINEN 1958). Maan kokonaissinkistä uuttui HCl-menetelmällä noin kaksi kolmasosaa ja raudasta karkeasti kymmenesosa. HAAC-EDTA-menetelmällä uuttuneet määrät verrattuna maan kokonaismäärään olivat vastaavasti pienemmät. Mangaania HAAC-EDTA uutti noin kymmenesosan kokonaismäärästä ja 0,1 N MgSO<sub>4</sub> keskimäärin yhden kahdeskymmenesviidesosan.



Kuva 1. 2 N suolahappoon tuhitetuista maanäytteistä uuttuvan kuparin, raudan ja sinkin pitoisuuksien sekä 0,1 N MgSO<sub>4</sub> uuttuvan mangaanin pitoisuuksien jakautumat (-----) sekä em. alkuaineiden hapan ammoniumasetaatti + EDTA:aan uuttuvien pitoisuuksien jakautumat (.....).

Taulukko 1. Eri menetelmillä uuttuvat kuparin, raudan, mangaanin ja sinkin keskimäärät mg/l maata sekä uuttuneiden määrien suhteet.

*	n	Cu			Fe			Mn			Zn		
		2 NHCl	HAAC + EDTA	Suhde	2 NHCl + EDTA	HAAC + EDTA	Suhde	0,1N MgSO <sub>4</sub>	HAAC + EDTA	Suhde	2 NHCl + EDTA	HAAC + EDTA	Suhde
Moreeni	302	6,4	2,1	3,0	6862	355	19	22	83	0,27	30	8,6	3,5
Hiekka	50	4,5	2,1	2,1	4952	540	9,2	20	65	0,31	19	6,1	3,1
Karkea hietta	386	5,6	2,2	2,5	5800	446	13	21	67	0,31	25	6,4	3,9
Hieno hietta	173	6,1	2,4	2,5	7205	569	12	22	53	0,42	24	3,2	7,5
Hiesu	239	7,7	2,7	2,9	9196	512	18	27	62	0,44	38	2,6	15
Karkeat kiv.maata	1150	6,3	2,3	2,7	6959	458	15	23	68	0,34	29	5,7	5,1
Hiesusavi	140	9,8	3,5	2,8	10714	499	21	31	64	0,48	50	2,6	19
Hietasavi	72	9,9	4,3	2,3	9092	605	15	20	39	0,51	48	2,5	19
Aitosavi	40	13,4	5,6	2,4	8623	653	13	20	41	0,49	54	2,8	19
Savet	252	10,5	4,1	2,6	9919	554	18	26	53	0,49	50	2,6	19
Lieju	14	8,4	5,1	1,6	9336	851	11	17	76	0,22	34	3,1	11
Multamaa	167	9,3	4,3	2,2	6013	1457	4,1	24	45	0,53	17	5,1	3,3
Saraturve	279	7,2	3,4	2,1	3346	1354	2,5	19	35	0,54	8,4	4,7	1,8
Rahkaturve	6	1,5	0,6	2,5	1450	492	2,9	8	9	0,89	2,4	1,6	1,5
Elop.maata	466	8,0	3,7	2,2	4458	1365	3,3	21	40	0,53	12	4,8	2,5
Koko aineisto	1868	7,3	2,9	2,5	6734	697	9,7	23	59	0,39	27	5,0	5,4

Eri menetelmillä saatujen tulosten keskinäinen korrelaatio

Taulukkoon 1 lasketut vertailtavien menetelmien uuttamien määrien suhteet ovat maalajikohtaisia. Yksittäisen näytteen kohdalla ko. suhde voi vaihdella hyvinkin paljon. Tätä seikkaa kuvaamaan on taulukkoon 2 laskettu vertailtavilla menetelmillä saatujen tulosten väliset korrelaatiokertoimet. Riippuvuus oli kiintein eloperäisistä maista tehtyjen kuparimääritysten välillä (0,90). Korrelaatiokerroin 0,90 kuitenkin osoittaa, ettei ole mahdollista riittäväällä tarkkuudella muuntaa tietyllä menetelmällä saatua tulosta toista menetelmää vastaavaksi tulokseksi. Epätarkkuus on liian suuri.

Taulukko 2. Vertailluilla uuttomenetelmillä saatujen tulosten välinen korrelaatio.

	Karkeat kiv.maat n=1150	Savet n=252	Eloperäiset maat n=466	Kaikki maat n=1868
Cu	0,73 <sup>xxx</sup>	0,65 <sup>xxx</sup>	0,90 <sup>xxx</sup>	0,82 <sup>xxx</sup>
Fe	0,14 <sup>xxx</sup>	-0,13 <sup>x</sup>	0,54 <sup>xxx</sup>	0,08 <sup>xxx</sup>
Mn	0,69 <sup>xxx</sup>	0,87 <sup>xxx</sup>	0,64 <sup>xxx</sup>	0,66 <sup>xxx</sup>
Zn	0,49 <sup>xxx</sup>	0,40 <sup>xxx</sup>	0,47 <sup>xxx</sup>	0,33 <sup>xxx</sup>

Eri menetelmillä saatujen tulosten korrelointi timotein pitoisuuksien kanssa

Kupari. Tarkasteltaessa koko aineiston puitteissa timotein kuparipitoisuuden riippuvuutta vertailtavilla menetelmillä maasta uuttuneista kuparimääristä, ei uuttotapojen välillä ollut eroa (taulukko 3). Kummankin menetelmän selvitysaste oli 26 % eloperäisten maiden ryhmässä. Karkeitten kivennäismaiden ja savien ryhmissä menetelmien selvitysasteet olivat selvästi heikompia kuin eloperäisillä mailla lukuunottamatta liejumaita.

Rauta. Kumpikin raudan uuttoon käytetty menetelmä osoittautui hyvin huonoksi. Poikkeuksena oli kuitenkin rahkaturpeitten ryhmä, missä korrelaatiokertoimen arvo oli korkeampi kuin minkään muun hivenravinteiden tai maalajin kohdalla koko aineistossa. Yleensä muutoin maan ja timotein rautaanalyysien väliset korrelaatiokertoimet ovat merkityksettömiä.

Taulukko 3. Timotein kupari-, rauta-, mangaani- ja sinkkipitoisuuksien ja vastaavien hivenaineiden maasta eri menetelmillä uutettujen määrien väliset korrelaatiokertoimet. Logaritimuunnos tehty vain maa-analyysituloksista.

	n	Cu		Fe		Mn		Zn	
		2 N HCl	HAAc+ EDTA	2 N HCl	HAAc+ EDTA	0,1 N MgSO <sub>4</sub>	HAAc+ EDTA	2 N HCl	HAAc+ EDTA
Moreeni	302								
lin		,26 <sup>xxx</sup>	,27 <sup>xxx</sup>	,08	,12 <sup>x</sup>	,27 <sup>xxx</sup>	-,08	,28 <sup>xxx</sup>	,53 <sup>xxx</sup>
log		,32 <sup>xxx</sup>	,39 <sup>xxx</sup>	,06	,13 <sup>x</sup>	,23 <sup>xxx</sup>	-,08	,27 <sup>xxx</sup>	,67 <sup>xxx</sup>
Hiekka	50								
lin		,20	,17	-,08	-,04	,32 <sup>x</sup>	,05	,31 <sup>x</sup>	,64 <sup>xxx</sup>
log		,16	,36	-,05	-,02	,35 <sup>x</sup>	,09	,32 <sup>x</sup>	,57 <sup>xxx</sup>
Karkea hieta	386								
lin		,25 <sup>xxx</sup>	,27 <sup>xxx</sup>	-,04	,06	,42 <sup>xxx</sup>	,07	,26 <sup>xxx</sup>	,51 <sup>xxx</sup>
log		,22 <sup>xxx</sup>	,31 <sup>xxx</sup>	-,04	,09	,24 <sup>xxx</sup>	,02	,23 <sup>xxx</sup>	,61 <sup>xxx</sup>
Hieno hieta	173								
lin		,28 <sup>xxx</sup>	,22 <sup>xx</sup>	-,16 <sup>x</sup>	,01	,61 <sup>xxx</sup>	,54 <sup>xxx</sup>	,05	,29 <sup>xxx</sup>
log		,32 <sup>xxx</sup>	,35 <sup>xxx</sup>	-,23 <sup>xx</sup>	,04	,46 <sup>xxx</sup>	,34 <sup>xxx</sup>	,06	,38 <sup>xxx</sup>
Hiesu	239								
lin		,38 <sup>xxx</sup>	,28 <sup>xxx</sup>	-,09	-,04	,22 <sup>xxx</sup>	,04	,17 <sup>xx</sup>	,23 <sup>xxx</sup>
log		,36 <sup>xxx</sup>	,31 <sup>xxx</sup>	-,10	-,02	,20 <sup>xx</sup>	-,06	,16 <sup>xx</sup>	,28 <sup>xxx</sup>
Kaikki karkeat kivennäismaat	1150								
lin		,30 <sup>xxx</sup>	,26 <sup>xxx</sup>	-,03	,04	,37 <sup>xxx</sup>	,10 <sup>xxx</sup>	,19 <sup>xxx</sup>	,51 <sup>xxx</sup>
log		,31 <sup>xxx</sup>	,36 <sup>xxx</sup>	-,04	,06 <sup>x</sup>	,25 <sup>xxx</sup>	,02	,16 <sup>xxx</sup>	,60 <sup>xxx</sup>
Hiesusavi	140								
lin		,24 <sup>xx</sup>	,21 <sup>x</sup>	,08	-,06	,13	-,06	,24 <sup>xx</sup>	,21 <sup>x</sup>
log		,24 <sup>xx</sup>	,18 <sup>x</sup>	,09	-,03	,11	-,13	,22 <sup>xx</sup>	,21 <sup>x</sup>
Hietasavi	72								
lin		,41 <sup>xxx</sup>	,19	-,10	,17	,07	-,19	,16	,27 <sup>x</sup>
log		,43 <sup>xxx</sup>	,22	-,08	,17	,19	-,18	,15	,28 <sup>x</sup>
Aitosavi	40								
lin		,30	,23	-,06	-,02	,13	-,36 <sup>x</sup>	,46 <sup>xx</sup>	,49 <sup>xx</sup>
log		,32 <sup>x</sup>	,27	-,03	,00	,16	-,17	,43 <sup>xx</sup>	,57 <sup>xxx</sup>
Savet	252								
lin		,30 <sup>xxx</sup>	,20 <sup>xxx</sup>	-,10	,09	,08	-,14 <sup>x</sup>	,24 <sup>xxx</sup>	,27 <sup>xxx</sup>
log		,04	,18 <sup>xx</sup>	-,09	,11	,11	-,16 <sup>x</sup>	,22 <sup>xxx</sup>	,27 <sup>xxx</sup>



Taulukko 3. jatkoa

	n	Cu		Fe		Mn		Zn	
		2 N HCl	HAAC+ EDTA	2 N HCl	HAAC+ EDTA	0,1 N MgSO <sub>4</sub>	HAAC+ EDTA	2 N HCl	HAAC+ EDTA
Lieju	14								
lin		,03	,01	,09	-,56 <sup>x</sup>	,80 <sup>xxx</sup>	,14	-,28	-,10
log		,20	,17	,21	-,53 <sup>x</sup>	,75 <sup>xx</sup>	,22	-,28	-,41
Multamaa	167								
lin		,52 <sup>xxx</sup>	,53 <sup>xxx</sup>	,09	,06	,36 <sup>xxx</sup>	,25 <sup>xxx</sup>	,24	,47 <sup>xx</sup>
log		,42 <sup>xxx</sup>	,50 <sup>xxx</sup>	,10	,10	,33 <sup>xxx</sup>	,26 <sup>xxx</sup>	,18	,55 <sup>xxx</sup>
Saraturve	279								
lin		,52 <sup>xxx</sup>	,52 <sup>xxx</sup>	,00	,01	,81 <sup>xxx</sup>	,62 <sup>xxx</sup>	,10	,21 <sup>xxx</sup>
log		,56 <sup>xxx</sup>	,64 <sup>xxx</sup>	,03	,01	,54 <sup>xxx</sup>	,43 <sup>xxx</sup>	,17 <sup>xx</sup>	,31 <sup>xxx</sup>
Rahkaturve	6								
lin		,59	,35	,90 <sup>x</sup>	,85 <sup>x</sup>	-,29	-,43	,55	,65
log		,60	,39	,88 <sup>x</sup>	,83 <sup>x</sup>	-,04	-,09	,58	,67
Eloperäiset maat	466								
lin		,51 <sup>xxx</sup>	,51 <sup>xxx</sup>	,04	,03	,67 <sup>xxx</sup>	,39 <sup>xxx</sup>	,05	,29 <sup>xxx</sup>
log		,53 <sup>xxx</sup>	,61 <sup>xxx</sup>	,05	,04	,46 <sup>xxx</sup>	,36 <sup>xxx</sup>	,08	,35 <sup>xxx</sup>
=====									
Kaikki maat	1868								
lin		,40 <sup>xxx</sup>	,37 <sup>xxx</sup>	-,03	,06	,42 <sup>xxx</sup>	,11 <sup>xxx</sup>	,13 <sup>xxx</sup>	,46 <sup>xxx</sup>
log		,41 <sup>xxx</sup>	,46 <sup>xxx</sup>	-,02	,08 <sup>xx</sup>	,52 <sup>xxx</sup>	,04	,12 <sup>xxx</sup>	,52 <sup>xxx</sup>

Mangaani. Koko aineistossa 0,1 N  $MgSO_4$ :llä uuttuva mangaani oli selvästi parempi timotein mangaanipitoisuuden selittäjä kuin HAAC-EDTA:lla uuttuva. Suuressa saraturpeitten ryhmässä myös HAAC-EDTA-menetelmän tuloksien ja timotein mangaanipitoisuuden riippuvuus oli hyvä. Savimaiden ryhmässä HAAC-EDTA-menetelmän tulosten ja timotein mangaanipitoisuuden korrelaatio oli negatiivinen, vaikkakaan kerroin ei aina ollut merkitsevä.

Sinkki. Timotein sinkkipitoisuuden selittäjänä olivat HAAC-EDTA-menetelmällä saadut tulokset parempia kuin HCl-menetelmällä saadut tulokset. Suunta oli sama kaikilla maalajeilla lukuunottamatta hiesusavia.

#### MAA-ANALYYSITULOSTEN JA TIMOTEIN PITOISUUKSIEN KORRELAATIO HAPPAMUUS-LUOKITTAIN

Maan happamuuden vaikutusta kasvien hivenaineiden ottoon pyrittiin selvittämään laskemalla korrelaatiokertoimia pH-luokittain. Tällöin kuparin kohdalla korrelaatiokertoimet olivat vaihtelevia eikä maa-analyysimenetelmien välillä ollut selvää eroa (taulukko 4). Raudan uuttoon käytettyjen menetelmien huonoon korrelaatioon timotein rautapitoisuuden kanssa ei aineiston ryhmitys pH-luokkiin tuonut parannusta (taulukko 5). Sensijaan HAAC-EDTA-menetelmän mangaanitulosten korrelaatio timotein mangaanipitoisuuden kanssa oli pH-luokittain laskettuna selvästi parempi kuin ilman pH-luokitusta (taulukko 6). Korrelaatiokertoimet olivat samaa tasoa kuin  $MgSO_4$ -menetelmän kertoimet. Happamuuden huomioonottaminen parantaa siten ratkaisevasti HAAC-EDTA-menetelmän arvoa ennusteena. Tämän menetelmän tuloksia tulkittaessa tulisi aina ottaa maan pH huomioon.

Sinkkituloksien korrelaatiokertoimia ei pH-luokitus oleellisesti muuttanut (taulukko 7). HCl-menetelmän korrelaatiokertoimet olivat selvästi alempia kuin HAAC-EDTA-menetelmällä saatujen tulosten kertoimet.

Taulukko 4. Maasta kahdella eri menetelmällä uuttuva kupari, timotein kupari-  
pitoisuus sekä näiden väliset korrelaatiot pH-luokittain.

		pH - luokat									
		<4,80	4,80-5,19	5,20-5,39	5,40-5,59	5,60-5,79	5,80-5,99	6,00-6,39	6,39-6,4		
<b>Karkeat kivennäismaat</b>											
	Näytteitä	11	88	146	225	254	183	163	81		
	Cu - 2 N HCl (1)	5,3	5,6	6,8	6,2	6,2	6,5	6,3	6,4		
	Cu - HAAC-EDTA (2)	3,0	2,1	2,3	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7		
	Cu - timotei (3)	4,1	4,5 <sup>x</sup>	4,1	4,1 <sup>xxxx</sup>	4,0 <sup>xxxx</sup>	4,0 <sup>xx</sup>	4,0 <sup>xxxx</sup>	3,9 <sup>x</sup>		
	r <sub>13</sub>	,10	,24 <sup>x</sup>	,24 <sup>xxxx</sup>	,46 <sup>xxxx</sup>	,38 <sup>xxxx</sup>	,21 <sup>xxxx</sup>	,42 <sup>xxxx</sup>	,23 <sup>x</sup>		
	r <sub>23</sub>	,12	,24	,36	,43	,30	,12	,31	,28 <sup>x</sup>		
<b>Savet</b>											
	Näytteitä	10	32	55	66	52	25	12			
	Cu - 2 N HCl (1)	9,0	10,5	11,1	10,4	10,8	10,0	8,6			
	Cu - HAAC-EDTA (2)	3,7	4,0	3,9	3,7	4,4	4,5	5,3			
	Cu - timotei (3)	4,0 <sup>xx</sup>	4,4	4,6 <sup>xx</sup>	4,9	4,7 <sup>xx</sup>	4,6 <sup>x</sup>	4,3			
	r <sub>13</sub>	,70 <sup>xx</sup>	,16	,41 <sup>xx</sup>	,05	,44 <sup>xx</sup>	,38 <sup>x</sup>	,41			
	r <sub>23</sub>	,29	,19	,38	-,01	,40	,13	,27			
<b>Eloperäiset maat</b>											
	Näytteitä	92	184	69	55	31	22	10	3		
	Cu - 2 N HCl (1)	4,9	8,0	8,1	11,1	7,9	12,4	7,1	6,2		
	Cu - HAAC-EDTA (2)	2,0	3,6	4,0	5,5	3,7	6,4	5,0	4,7		
	Cu - timotei (3)	3,7 <sup>xxxx</sup>	4,3 <sup>xxxx</sup>	4,4 <sup>xx</sup>	4,7 <sup>x</sup>	4,1 <sup>xxxx</sup>	4,2 <sup>xxxx</sup>	4,1	4,1		
	r <sub>13</sub>	,47 <sup>xxxx</sup>	,54 <sup>xxxx</sup>	,36 <sup>xx</sup>	,31 <sup>x</sup>	,63 <sup>xxxx</sup>	,82 <sup>xxxx</sup>	,47 <sup>x</sup>	,95		
	r <sub>23</sub>	,49	,53	,36	,29	,67	,85	,67	,84		

Taulukko 5. Maasta kahdella eri menetelmällä uuttuva rauta, timotein rautapitoisuus sekä näiden väliset korrelaatiot pH-luokittain.

		pH - luokat							
		<4,80	4,80-5,19	5,20-5,39	5,40-5,59	5,60-5,79	5,80-5,99	6,0-6,39	6,39x
<b>Karkeat kivennäismaat</b>									
Näytteitä		11	87	146	224	249	183	160	79
Fe - 2 N HCl (1)		5,4	6,3	7,1	7,1	6,9	6,7	7,0	6,7
Fe - HAAc-EDTA (2)		1024	690	616	470	425	367	340	315
Fe - timotei (3)		40	52	41	46	39	46	37	41
r <sub>13</sub>		- ,11	,01	- ,20 <sup>x</sup>	- ,06	,01	- ,03	,19 <sup>x</sup>	- ,10
r <sub>23</sub>		- ,58	,07	- ,03	- ,02	,10	,04	,07	,04
<b>Savet</b>									
Näytteitä			10	32	55	66	52	25	12
Fe - 2 N HCl (1)			9,5	9,6	10	10	9	11	11
Fe - HAAc-EDTA (2)			735	688	596	497	533	470	428
Fe - timotei (3)			54	40	47	41	53	41	44
r <sub>13</sub>			- ,24	- ,02	- ,13	- ,11 <sup>xx</sup>	- ,07	- ,15	- ,04
r <sub>23</sub>			- ,15	- ,08	,12	,38	,11	,25	- ,35
<b>Eloperäiset maat</b>									
Näytteitä		85	181	67	55	31	21	10	3
Fe - 2 N HCl (1)		2,9	4,6	5,1	4,8	5,4	4,3	4,7	6,7
Fe - HAAc-EDTA (2)		1060	1584	1509	1216	1194	1185	1227	473
Fe - timotei (3)		44 <sup>x</sup>	44 <sup>xx</sup>	49	65	41	49	43	46
r <sub>13</sub>		,26	,21	,07	- ,13	- ,14	,17	- ,13	,98
r <sub>23</sub>		,16	,07	,08	- ,09	,09	,31	- ,11	,90

Taulukko 6. Maasta kahdella eri menetelmällä uutttuva mangaani, timotein mangaani-  
pitoisuus sekä näiden väliset korrelaatiot pH-luokittain.

		pH - luokat									
		< 4,80	4,80-5,19	5,20-5,39	5,40-5,59	5,60-5,79	5,80-5,99	6,00-6,39	6,40<		
<b>Karkeat kivennäismaat</b>											
	Näytteitä	11	87	146	224	249	183	160	79		
	Mn - 0,1 N MgSO <sub>4</sub> (1)	26	26	27	25	24	22	17	12		
	Mn - HAAC-EDTA (2)	40	49	54	59	69	74	78	77		
	Mn - timotei (3)	102	98	77	69	62	53	46	38		
r <sub>13</sub>		,76 xxx	,54 xxx	,25 xx	,13	,34 xxx	,23 xx	,34 xxx	,03		
r <sub>23</sub>		,87	,50	,23	,11	,23	,23	,28	,19		
<b>Savet</b>											
	Näytteitä	10	32	55	66	52	52	25	12		
	Mn - 0,1 N MgSO <sub>4</sub> (1)	26	26	26	29	27	27	21	15		
	Mn - HAAC-EDTA (2)	34	37	46	56	63	63	60	64		
	Mn - timotei (3)	68	72	63	59	52	52	42	28		
r <sub>13</sub>		-,64 x	,36 x	,07	-,31 x	,05	,11	-,11	,51		
r <sub>23</sub>		-,64	,39	,06	-,31	,13	-,29	-,29	,52		
<b>Eloperäiset maat</b>											
	Näytteitä	85	181	67	55	31	21	10	3		
	Mn - 0,1 N MgSO <sub>4</sub> (1)	20	22	21	18	20	14	11	5		
	Mn - HAAC-EDTA (2)	25	37	53	40	56	47	33	26		
	Mn - timotei (3)	92	90	85	78	67	59	47	46		
r <sub>13</sub>		,62 xxx	,70 xxx	,55 xxx	,43 xxx	,21	,21	,12	,88		
r <sub>23</sub>		,60 xxx	,68 xxx	,24 xxx	,37 xxx	,28	,31	,12	,88		

Taulukko 7. Maasta kahdella eri menetelmällä uuttuva sinkki, timotein sinkki-  
pitoisuus sekä näiden väliset korrelaatiot pH-luokittain.

		pH - luokat									
		< 4,80	4,80-5,19	5,20-5,39	5,40-5,55	5,60-5,79	5,80-5,99	6,00-6,39	6,40<		
<b>Karkeat kivennäismaat</b>											
Näytteitä											
Zn - 2 N HCl (1)	11	88	146	225	254	183	163	81			
Zn - HAAc-EDTA (2)	14,4	20,4	27,3	28,2	29,0	30,6	31,5	32,4			
Zn - timotei (3)	5,8	4,5	4,3	4,4	5,8	5,9	7,2	9,0			
r <sub>13</sub>	37,4	34,4	32,5	32,5	32,9	32,3	33,1	31,2	xxx		xx
r <sub>23</sub>	,20	,04	,02	,12	,21	,25	,32	,34	xxx		xxx
	,72	,57	,56	,62	,39	,67	,65	,56			
<b>Savet</b>											
Näytteitä											
Zn - 2 N HCl (1)	10	32	55	66	66	52	25	12			
Zn - HAAc-EDTA (2)	36,2	47,8	52,8	51,5	49,2	49,2	51,2	48,5			
Zn - timotei (3)	2,0	2,7	2,6	2,5	2,9	2,9	2,7	2,2			
r <sub>13</sub>	29,5	28,5	30,9	31,7	29,9	29,9	29,5	29,0			
r <sub>23</sub>	,71	,28	,44	,07	,22	,47	,12	,04			
	,10	,38	,44	,13	,34	,34	,34	,01			
<b>Eloperäiset maat</b>											
Näytteitä											
Zn - 2 N HCl (1)	92	184	69	55	31	22	10	3			
Zn - Haac-EDTA (2)	8,0	12,4	13,2	12,7	15,7	12,2	18,4	25,7			
Zn - timotei (3)	4,0	4,9	5,2	4,4	4,9	5,6	7,3	2,3			
r <sub>13</sub>	32,9	30,3	31,4	30,5	29,8	31,3	31,1	22,6			
r <sub>23</sub>	,03	,02	,15	,31	,12	,24	,49		xxx		
	,31	,17	,27	,54	,64	,73	,92				

## Kirjallisuutta

- KURKI, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II, 182 p. Helsinki
- KÄHÄRI, J. & NISSINEN, H. 1978. The mineral element contents of timothy (*Phleum pratense* L.) in Finland *Acta Agr. Scand. Suppl.* 20: 26-39.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.* 128: 223-232.
- LAPPI, L. & MÄKITIE, O. 1954. Quantitative spectrographic determination of minor elements in soil samples. *Acta Agr. Scand.* 5: 69-75.
- MÄKITIE, O. 1961. Eräiden hivenaineiden esiintymisestä viljelysmaissamme. *Agrogeol. julk. N:o* 78. 1-25.
- SILLANPÄÄ, M. & LAKANEN, E. 1966. Readily soluble trace elements in Finnish soils. *Ann. Agric. Fenn.* 5: 298-304.
- SILLANPÄÄ, M., LAKANEN, E., TARES, T. & VIRRI, K. 1975. Hivenaineiden uutto EDTA:lla tehostetulla happamalla ammoniumseptaatilla suomalaisista maista. 21: 3-13.
- SIPPOLA, J. & TARES, T. 1978. The soluble content of mineral elements in cultivated Finnish soils. *Acta Agr. Scand. Suppl.* 20: 11-25.
- VUORINEN, J. 1958. On the amounts of minor elements in Finnish soils. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 30: 30-35.

